

PATENT
0943-0142P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Masahiro KIMURA Conf.:
Appl. No.: New Group:
Filed: November 17, 2003 Examiner:
For: OPTICAL MEASURING APPARATUS AND METHOD

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 17, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

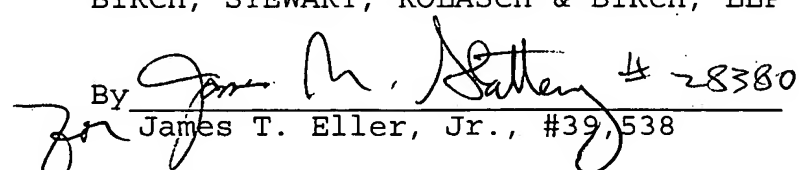
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-334155	November 18, 2002
JAPAN	2002-340679	November 25, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By  # 28380
James T. Eller, Jr., #39,538

JTE/rem
0943-0142P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

NOV. 17, 2003

BSLB, LLP

703 205-8000

0943-0142P

1 of 2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 1 8 日
Date of Application:

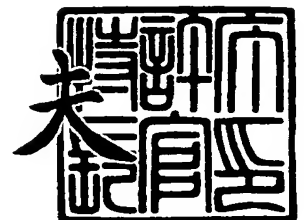
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 4 1 5 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 4 1 5 5]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102147801

【提出日】 平成14年11月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 A61B 05/14

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 木村 真弘

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067356

【弁理士】

【氏名又は名称】 下田 容一郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100094020

【弁理士】

【氏名又は名称】 田宮 寛祉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004466

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723773

【包括委任状番号】 0011844

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 近赤外光を被検体の部位に照射し、前記部位からの到来光を受光し、前記到来光に係るデータの解析に基づき前記部位の血液量に係る情報を取り出す光計測装置において、

前記被検体に装着されるカバー部材に設けられ、近赤外光を前記部位に照射する少なくとも 1 つの光照射部と前記到来光を受ける少なくとも 1 つの受光部とを有し、前記カバー部材を前記被検体に装着した時、前記光照射部および前記受光部が前記被検体の前記部位に接触しない状態で配置される計測ユニットを備えることを特徴とする光計測装置。

【請求項 2】 前記カバー部材は頭部を被うヘルメットであり、前記光照射部と前記受光部の各先端部は前記ヘルメットの内面に配置されることを特徴とする請求項 1 記載の光計測装置。

【請求項 3】 前記光照射部の先端部には走査機構で支持された集光レンズが設けられ、計測中、前記走査機構により前記集光レンズを首振り動作させ、照射光の照射方向が揺動されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光計測装置。

【請求項 4】 前記光照射部の全体は走査機構で支持され、計測中、前記走査機構により前記光照射部を揺動させ、照射光の照射方向が揺動されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光計測装置。

【請求項 5】 前記光照射部は、当該光照射部をその軸方向に移動させて前記被検体の前記部位との間の距離を調整する調整機構によって支持されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の光計測装置。

【請求項 6】 前記到来光は前記被検体の前記部位からの散乱反射光であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の光計測装置。

【請求項 7】 ピエゾ素子が設けられ、前記集光レンズの首振り動作は前記ピエゾ素子に印加する電圧の制御によって行われることを特徴とする請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の光計測装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は光計測装置に関し、特に、近赤外光を利用して脳での血液量の分布を検出する光計測装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

従来、近赤外光を人体の頭部に照射して大脳表層付近の血液量の変化を計測する技術が知られている。この計測技術は、ヘモグロビンの酸素化、脱酸素化による吸光特性の違いを利用してヘモグロビンの存在状態を検出することにより、血液の分布状態を検出する技術に基づいている。近赤外光の光計測装置を用いた計測時には、可撓性を有する板部に複数の光ファイバを取り付けた「計測プローブユニット」を被験者の頭部に固定し、光ファイバから頭部に近赤外光を照射して、大脳表層付近を通過した拡散反射光を解析している。この解析によって、大脳表層の計測部位の血液分布状態が判明し、計測時に刻々と変化する脳の活動部分が分かる。

【0003】

このような計測を行うための装置として、下記の特許文献1によれば、計測部位を通過する光を光電変換する光検出器と、光電変換した信号を必要に応じて増幅あるいは任意周波数成分を弁別する回路とによって構成される光検出部を有する光計測装置が知られている。この光計測装置では、光検出部の後段または内部にバイアス調整回路および増幅器を有し、通過光の強度とその雑音に応じて、バイアス調整回路における信号加減値および増幅器の増幅率を設定している。

【0004】

さらに下記の特許文献2では、光を被検体に照射し、その検出光から被検体内部の情報を計測する装置であって、光源部から放射される光の強度に任意の周波数で変調を加えて被検体に照射し、被検体内部を通過して検出された光を電気信号に変換し、周波数フィルタを通過した後に増幅し、位相検波を行う装置が示されている。

【0005】

【特許文献1】

特開平11-164826号公報

【特許文献2】

特開平11-169361号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

近赤外光を利用した上記の光計測装置を用いて頭部の計測を行う場合、上記の計測プローブユニットを被験者の頭部に取付け、固定する。この際、頭髪を棒状器具を用いて掻き分け、計測プローブユニットに設けられた複数の光ファイバの各先端を頭皮に密着させることが必要となる。これは、光ファイバから出射される近赤外光を、頭髪に遮られることなく、頭皮表面に正確に照射することが要求されるからである。

【0007】

ところで、従来の計測プローブユニットの通常の構成によれば、24点計測が行われるようになっている。24点計測では、頭皮の8箇所部位に近赤外光を照射できる構成を有する。そのため、計測プローブユニットの頭皮対向面部であるほぼ正方形の領域部分に照射部および検出部がそれぞれ8箇所ずつ設けられている。

【0008】

上記の24点計測用の計測プローブユニットによれば、上記条件を満たして被験者の頭部に固定するためには、熟練者であっても前処理作業として20分程度の時間を要していた。

【0009】

また上記の計測プローブユニットを被験者の頭部に固定するときには、当該ユニットの頭皮対向面を頭皮に密着させる必要がある。頭皮に密着させるためには、計測プローブユニットから頭部に圧力がかかる状態が作られるので、被験者が頭に痛みを感じ、計測中に不快感を持つという問題も起きる。

【0010】

さらに圧力を利用して計測プローブユニットを被験者の頭皮に密着させるための従来の構成は、被験者が頭を動かしてしまうときには、取付け状態でずれが生じ、光ファイバの先端部が動きやすい。この結果、頭皮における近赤外光の入射位置および散乱検出位置が一定にならず、計測結果に悪い影響を与えるという問題があった。

【0011】

本発明の目的は、上記問題を解決することにより、被験者の計測部分に容易にかつ確実に取付けて固定することができ、頭皮表面に対する複数の光ファイバのそれぞれの先端部の位置を、圧力をかけて密着させることなく、適切に保持することができ、計測中に近赤外光の入射位置等のずれ動作を生じさせず、取扱いが容易で、高い精度の計測結果を得ることができ、さらに被験者の肉体的および心理的な負担を軽減し、計測作業者の手間を軽減した光計測装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段および作用】

本発明に係る光計測装置は、上記の目的を達成するために、次のように構成される。

【0013】

第1の光計測装置（請求項1に対応）は、前提構成として、近赤外光を被検体の部位に照射し、当該部位からの反射等に基づく到来光を受光し、当該到来光に係るデータの解析に基づき対応する部位の血液量に係る情報を取り出す構成を有している。さらに、この光計測装置は、被検体に装着されるカバー部材に設けられ、かつ、近赤外光を上記部位に照射する少なくとも1つの光照射部と到来光を受ける少なくとも1つの受光部とを有し、かつ、上記カバー部材を被検体に装着した時、光照射部および受光部が被検体の上記部位に接触しない状態で配置される計測ユニットを備えている。

【0014】

上記の光計測装置では、計測時に被検体に取り付けられる計測ユニットが、被検体に対して簡易に装着できるカバー部材に設けられるので、計測時の取付けを

容易に行うことが可能となる。計測ユニットが有している例えば複数の光照射部と受光部は、カバー部材が被検体に装着されたときに、その取付け構造上の特性に基づき、被検体の皮膚表面に押し付けられないようになっているため、被験者に肉体的および心理的に負担を軽減することが可能となる。カバー部材を被検体に装着するだけで、複数の光照射部および受光部は、計測に好ましい位置に配置されるので、計測作業が簡素化される。

【0015】

第2の光計測装置（請求項2に対応）は、上記の第1の構成において、好ましくは、カバー部材は頭部を被うヘルメットであり、光照射部と受光部の各端部はヘルメットの内面に配置されるように構成されている。この構成によれば、被験者の頭部を計測する時には、頭部にヘルメットを被るだけでよく、ヘルメットの内面に配置された光照射部と受光部の各端部は自動的に頭部の表面に接近した状態で、かつ非接触の状態に配置されることになる。

【0016】

第3の光計測装置（請求項3に対応）は、上記の各構成において、好ましくは、光照射部の先端部には走査機構で支持された集光レンズが設けられ、計測中、走査機構により集光レンズを首振り動作させ、照射光の照射方向が揺動されるように構成されている。この構成では、例えば頭部にカバー部材が装着された時、上記光照射部の先端部と頭部の表面の所定部位の間には毛髪があり、近赤外光の進行を妨げる状態が生じ得る。このような場合には、光照射部の先端部の集光レンズを走査機構で首振り動作させ、光照射部の光ファイバの先端面から出射された近赤外光が、毛髪に遮られることなく、直接に頭部表面の所定部位に照射されるような状況を作り出すことが可能となる。

【0017】

第4の光計測装置（請求項4に対応）は、上記の各構成において、好ましくは、光照射部の全体は走査機構で支持され、計測中、当該走査機構により光照射部を揺動させ、照射光の照射方向が揺動されることで特徴づけられる。この構成では、光照射部全体を走査機構で揺動させる。この構成によっても、光照射部の光フ

アイバの先端面から出射された近赤外光が、毛髪に遮られることなく、直接に頭部表面の所定部位に照射されるような状況を作り出すことが可能である。

【0018】

第5の光計測装置（請求項5に対応）は、上記の各構成において、好ましくは、光照射部は、その軸方向に光照射部を移動させ、被検体の部位との間の距離を調整する調整機構によって支持されている。この構成では、光照射部と被検体の部位との間の距離を適宜に調整し、これにより計測部位に照射される近赤外光の強度を調整し、計測感度を調整することが可能となる。

【0019】

第6の光計測装置（請求項6に対応）は、上記の各構成において、好ましくは、上記到来光は被検体の部位からの散乱反射光であることで特徴づけられる。

【0020】

第7の光計測装置（請求項7に対応）は、上記の各構成において、好ましくは、ピエゾ素子が設けられ、集光レンズの首振り動作はピエゾ素子に印加する電圧の制御によって行われることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0022】

実施形態で説明される構成、形状、大きさおよび配置関係については本発明が理解・実施できる程度に概略的に示したものにすぎず、また数値や構成の組成（材質）については例示にすぎない。従って本発明は、以下に説明される実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示される技術的思想の範囲を逸脱しない限り様々な形態に変更することができる。

【0023】

図1は本発明に係る光計測装置の全体的な構成を示す。この光計測装置10は、光照射機構11と光検出機構12と演算処理部13と表示部14と操作部15と光照射機構制御装置16と光計測制御部30から構成されている。光計測制御部30は光計測装置10の計測動作の全体を制御する装置である。

【0024】

光照射機構 11 は、被験者 1 の例えば頭部（被検体の一例） 1A の所定の部位に近赤外光を照射する装置である。光照射機構 11 は、近赤外領域の互いに異なる波長の複数の光（近赤外光）を発光する光源 17 と、その光源 17 から供給される光を通す光ファイバ 18 とから構成されている。光源 17 は、例えば、半導体レーザ、発光ダイオードなどの単色光源、ハロゲンランプ、タングステンランプなどの近赤外領域の波長の光を出力する光源である。また、連続スペクトルを持つ光源からの光を単一波長の光を透過する干渉フィルタなどの複数のフィルタを介して照射するようにしてもよい。

【0025】

図 1 では、光ファイバ 18 として 1 本の光ファイバを示している。光照射機構 11 は、近赤外光を照射する複数本の光ファイバを有するようにしてもよい。そのときには、頭部 1A における計測部位について、複数箇所での計測を同時に行うことができる。通常では、被験者 1 の頭部 1A における比較的広い領域を計測する目的で、複数本の光ファイバが設けられる。

【0026】

光ファイバ 18 は、光源 17 からの近赤外光を被験者 1 の頭部 1A に近赤外光を照射するためのものである。光ファイバ 18 の一方の端部は光源 17 に接続され、他方の端部 19 はヘルメット 20 に取り付けられている。光ファイバ 18 のヘルメット側の端部 19 は、図 3 に示されるごとく、光照射部として構成されている。

【0027】

ヘルメット 20 は、被験者 1 の頭部 1A に光ファイバ 18 の光照射部 19 や後述される光検出機構 12 の光ファイバ 21 を取り付けするためのカバー部材である。ヘルメット 20 は、光計測装置 10 の光ファイバ 18 等を頭部 1A の計測部位に対して不動の位置関係で取り付けための装着ユニットである。

【0028】

なお図 1 に示したヘルメット 20 は概念的に示されたものであり、その形態は任意に定めることができる。

【0029】

光検出機構 12 は、頭部 1A の計測部位から到来する例えば散乱（拡散）反射光（一般的に「到来光」という）を集光して伝達する光ファイバ 21 と、複数の異なる近赤外光に感度を持つ光検出器 22（例えばフォトダイオード、光電子増倍管）と、信号処理部 23 とから構成されている。

【0030】

光ファイバ 21 は、その一端部 24 がヘルメット 20 に取り付けられている。光ファイバ 21 の端部 24 は受光部となっている。光ファイバ 21 の受光部 24 で頭部 1A の計測部位で散乱反射した光を集光し、他の端部から出射して光検出器 22 に当該光を入射させる。

【0031】

なお図 1 に示した本実施形態による光計測装置 10 の構成によれば、説明および図示の簡単化の観点で、光照射機構 11 と光検出機構 12 のそれぞれで 1 本の光ファイバ 18, 21 を用いて基本となる 1 点照射・1 点受光の装置構成を示している。光計測装置 10 では、通常、頭部 1A の特定な領域の血流量の分布を計測するため、光照射用光ファイバおよび光検出用光ファイバをそれぞれ複数本用いることにより多点照射・多点受光の構成が用いられる。ヘルメット 20 では、これに複数本の光照射用光ファイバ 18 および光検出用光ファイバ 21 をとり付けるとき、複数本の光ファイバの先端部によって計測ユニットが形成される。

【0032】

信号処理部 23 は、光検出器 22 で検出された光を電気信号に変換する。変換された電気信号は、図示しないアナログ・デジタル（A/D）変換器によって A/D 変換され、演算処理部 13 に送られる。

【0033】

演算処理部 13 は、光検出機構 12 により検出された散乱反射光に係るデータに対して所要の演算を行い、頭部 1A における計測部位における血流量の分布を算出する。演算処理部 13 は、CPU 13a とメモリ 13b から成るコンピュータによって構成されている。演算処理部 13 では、光検出機構 12 で検出されかつ提供される信号について、メモリ 13b に記憶された信号処理プログラムを C

PU13aで実行し、血流量の分布に係るデータを算出する。血流量の分布に係るデータは表示部14に送られ、画像データに変換され、表示部14で血流量の分布に係るイメージやグラフが表示される。

【0034】

操作部15は、光計測装置10において必要な設定を行ったり、プログラムの変更、変数の変更を行うための入力手段であり、演算処理部13、光照射機構制御装置16、光計測制御部30等に対して動作制御の上で必要な指示を与えるための入力操作が行われる。

【0035】

光照射機構制御装置16は、操作部15で入力された指令に基づき、光源17の光強度の調整、波長の選択等、あるいは光ファイバ18の光照射部19に設けられたピエゾ素子等の駆動部の制御を行う。

【0036】

次に、図2を参照してヘルメット20の構造、光照射部19および受光部24の取付け状態の一例を説明する。図2に示されたヘルメット20の形態は、図1に比較して、より具体的に示されている。ヘルメット20の形態は、通常のオートバイ用ヘルメットに類似している。しかしながら、カバー部材としてのヘルメット20の形態はこれに限定されず、頭部1A等の被検体の形状に応じて任意に作ることができる。ヘルメット20を形成する殻壁部20aは、その断面構造で示されるごとく、例えば、所要の強度を有する外殻部31と、外側ライナ32と、内側ライナ33と、外側ライナ32および内側ライナ33の間に設けられた複数の弾性部材34とから構成されている。なお図2では、ヘルメット20の殻壁部20aの厚みは誇張して示されている。実際的なイメージでは、図3に示すごとく、ヘルメット20の殻壁部20aの厚みは比較的薄いものである。またヘルメット20の構造は簡単なものにすることも可能である。

【0037】

上記のヘルメット20の外側には、光照射部19を有する光ファイバ18と、受光部24を有する光ファイバ21が取り付けられている。ヘルメット20の頂部の任意箇所に光照射部19と受光部24が設けられている。光照射部19の具

体的な構造は図3を参照して後述される。また受光部24は、光ファイバ21の先端部が殻壁部20aに埋め込まれ、その先端部が内側ライナ33の内面に露出した状態で形成されている。光照射部19および受光部24の各々の先端部は、内側ライナ33の内側面から突出し、かつ当該内側面から内側を臨むように配置されている。

【0038】

図2では、図1と同様に、1つの光ファイバ18および光照射部19、1つの光ファイバ21および受光部24が示されているが、前述した通り、光計測装置10では、通常、光照射側および光検出側において複数の光ファイバ、光照射部および受光部が設けられている。複数の光ファイバ18およびそれらの光照射部19、複数の光ファイバ21およびそれらの受光部24を適宜な配列状態でユニット化して設けることにより、ヘルメット20には計測ユニットが形成される。

【0039】

上記の構造を有するヘルメット20を、図1に示すように、被験者1の頭部1Aに被せると、通常、頭部1Aには毛髪があるので、内側ライナ33と頭部1Aの間には隙間が形成される。頭部1Aにヘルメット20を被せた状態において、光照射部19の先端部と受光部24の先端部は頭部1Aの表面に接触しない状態で配置される。光計測装置10のヘルメット20を頭部1Aに被せ、上記計測ユニットを頭部1Aに装着した時、光ファイバ18の光照射部19の先端部、および光ファイバ21の受光部24の先端部が頭部1Aの頭皮に密着されることはない。従って光計測装置10による計測の際に被験者1が不快を感じることは少なくなる。

【0040】

次に、図3を参照して、光照射機構11における光ファイバ18のヘルメット側の端部である光照射部19の具体的構造を説明する。

【0041】

図3では、ヘルメット20は頭部1Aに被せられた状態であるとする。通常、頭部1Aの頭皮41には毛髪が存在するが、図3では毛髪の図示を省略している。光照射部19は、ヘルメット20の殻壁部20aに孔42を形成し、そこに挿

通自在に設けられている。孔 42 の内側と外側にリング形状のガイド 43 が設けられている。内外のリング状ガイド 43 の中央孔および殻壁部 20a の孔 42 に挿通させ、軸方向に自由に移動できる状態で、光ファイバガイドカバー 44 が配置されている。光ファイバガイドカバー 44 の内部には破線で示されるように光ファイバ 18 が設けられ、光ファイバ 18 は光ファイバガイドカバー 44 に固定されている。光ファイバ 18 の先端面（図 3 中、下端面）は光ファイバガイドカバー 44 の端部から頭皮 41 に臨んでいる。このように、計測の際に、光ファイバ 18 の先端面は頭部 1A の頭皮 41 に接触せず、頭皮 41 から離れた状態に配置されている。かかる配置状態において、光ファイバ 18 の先端面から近赤外光が出射され、頭部 1A の頭皮 41 上の任意の部位に照射され、計測が行われる。

【0042】

光ファイバガイドカバー 44 の基部側（図 3 中、上部側）の外側周囲には雄ネジ部 44a が形成されている。また孔 42 の周囲外側であって殻壁部 20a の外面上には筒体 45 が固定されている。筒体 45 は、光ファイバガイドカバー 44 と同軸的な位置関係にて配置されている。筒体 45 の内面部にはリング形状を有するモータ 46 が固定され、かつ当該リング形状のモータ 46 の内面にはモータ 46 によって回転される内歯車 47 が設けられている。上記の内歯車 47 と上記の雄ネジ部 44a との螺合関係によって送りねじ機構 48 が形成される。この送りねじ機構 48 によれば、モータ 46 の回転動作により内歯車 47 が適宜な方向に回転すると、リング状ガイド 43 に挿通自在に支持された光ファイバガイドカバー 44 をその軸方向 A に自由に移動させることができる。光ファイバガイドカバー 44 で軸方向 A の移動を生じさせることにより、光ファイバ 18 の先端面と頭皮 41 の間の距離を任意に調整することが可能となる。

【0043】

光ファイバガイドカバー 44 の先端面には集光レンズ 49 が配置され、この集光レンズ 49 は例えば等間隔の位置にある 4 つの piezo 素子 50 によって支持されている。piezo 素子 50 は光ファイバガイドカバー 44 の先端面に固定されている。集光レンズ 49 は、光ファイバ 18 の先端面から出射された近赤外光を集光し、頭部 1A の頭皮 41 の表面に照射させる。また集光レンズ 49 は、下方か

ら見ると、図4に示すごとく好ましくは4ヶ所で piezo素子50によって支持されている。各 piezo素子50は全体がロッド形状であり、例えば図3中に上下方向（光ファイバ18の軸方向）に積層構造を有するように形成されている。図3中で4つの piezo素子50のそれぞれに独立に上下方向に所要の直流電圧等を印加すると、各 piezo素子50を独立に上下方向に伸縮させることができる。これによって、例えば、図4中のX軸方向のライン上に配置された左右の2つの piezo素子50のそれぞれに任意に直流電圧を印加させると、左右の piezo素子50の伸縮動作の状態に応じて集光レンズ49をY軸の周りに適宜な角度で傾斜させることができる。図4中、Y軸方向のライン上に配置された上下の2つの piezo素子50についても同様な伸縮動作を行わせることができ、集光レンズ49をX軸の周りに適宜な角度で傾斜させることができる。さらに、集光レンズ49は、Y軸周りの傾斜動作とX軸周りの傾斜動作を合成させることにより、piezo素子の動作特性で制限される任意の傾斜角度および傾斜方向で傾斜動作を行わせることが可能となる。4つの piezo素子50で支持された集光レンズ49の上記のごとき傾斜動作に基づき、集光レンズ49に首振り動作を行わせることができる。集光レンズ49の首振り動作の速度は、piezo素子50の伸縮動作の特性に応じて適宜に決められる。

【0044】

4つの piezo素子50による集光レンズ49の首振り動作は、計測の際に、計測部位に照射される近赤外光を測定部位の表面上で走査させ、髪の毛のない位置にて近赤外光が直接に頭皮41に照射されるようにするためのものである。それにより、髪の毛の影響のない計測状況を作ることが可能にする。集光レンズ49は、上記首振り動作を容易かつ速い速度で行えるように軽量プラスチックレンズを用いて作られている。なお、piezo素子50の数や配置態様は図4に示すものに限られず、集光レンズ49の所望の首振り動作のために、他の数や配置の piezo素子50に設けてもよい。

【0045】

またヘルメット20の殻壁部20aの内面において、光ファイバガイドカバー44の近傍の位置に測距装置51が設けられる。測距装置51は、前述のごとく

光ファイバガイドカバー 44 をその軸方向 A に移動させるときに、ヘルメット 20 の殻壁部 20a との間の距離を測定するもので、当該距離データを参照して光ファイバガイドカバー 44 の軸方向の移動における移動量が調整される。測距装置 51 は、測定された距離に基づいて、計測部位からの光ファイバ 18 の先端の集光レンズ 49 の位置を、近赤外光が計測部位に焦点を結ぶように、位置決めするために用いられる装置である。

【0046】

光照射機構 11 の光照射部 19 における上記のモータ 46 の回転動作の制御、集光レンズ 49 に首振り動作を行わせるための 4 つのピエゾ素子 50 のそれぞれの伸縮動作の制御、測距装置 51 の測定動作の制御および測定データの処理等は、前述した光照射機構制御装置 16（図 5 参照）によって行われる。

【0047】

図 5 に示すごとく、光照射機構制御装置 16 は、光源 17 の出力等を調整する光源制御部 52、モータ 46 の回転動作を制御するモータ制御部 53、4 つのピエゾ素子 50 の各々の伸縮動作を制御するピエゾ素子制御部 54、測距装置 51 の測定動作を制御する測距装置制御部 55 を備える。測距装置 51 で得られた距離に係るデータは距離データ検出部 56 によって取り込まれる。モータ制御部 53 によるモータ 46 の制御は、距離データ検出部 56 で検出された距離データに基づき制御すべき位置を求める位置調整部 57 からの位置に係る指令に基づいて行われる。またピエゾ素子制御部 54 は、4 つのピエゾ素子 50 によるレンズ首振り運動による近赤外光の走査動作を行わせるためのものである。走査指令部 58 から走査指令を受けて制御動作を行う。

【0048】

なお光検出機構 12 の光ファイバ 21 の端部の受光部 24 は固定状態で取り付けられている。

【0049】

上記の実施形態の説明では、説明の便宜の観点からヘルメット 20 に 1 つの光照射部 19 と受光部 24 を設けた例を説明したが、前述した通り、実際には例えば 8 個の光照射部 19 と受光部 24 が設けられ、これらは計測ユニットとして構

成される。

【0050】

図6は、8個の光照射部19と受光部24の配置パターンの一例を示す。図6は、ヘルメット20の内面部の光照射部19と受光部24が配置された所定領域を、例えば頭部1Aの頭皮表面に投影した状態で見ている。図6中で、60は計測ユニットを示している。図6中、斜線で示した丸は光照射部19の位置を示し、単なる丸は受光部24の位置を示している。斜線の丸(19)と丸(24)の間の正方形61は頭部1Aの計測部位を示している。図6の破線で示された領域62を取り出して示すと、図7のようになる。図6および図7に示されるごとく、1つの光照射部19の周囲には、その周囲に配置される受光部24との関係で4ヶ所の計測部位61が設定される。また1つの光照射部19の周囲に配置された4つの受光部24のそれぞれの間に描かれた領域63は、光照射部19から出射された近赤外光が頭部1Aに照射され、測定部位で反射され、各受光部24に至る領域を示している。

【0051】

上記の説明で明らかなように、図6に示すごとく、8個の光照射部19と受光部24とで構成される計測ユニット60において24ヶ所の測定部位61が設定される。

【0052】

図8によって光照射部19における出射光の走査動作を説明する。光ファイバガイドカバー44内の光ファイバ18の先端面から出射される近赤外光71は集光レンズ49で集光され、頭皮41に焦点合せされた状態で頭部1Aに照射される。頭皮41上には毛髪72があるので、通常、近赤外光71は頭皮41に至る前で毛髪72に遮られる。そこで計測中では、例えば図8中の2つのピエゾ素子50の伸縮動作73を適宜に制御することにより、集光レンズ49に首振り動作を行わせ、近赤外光71について走査動作74を行わせる。その結果、図示されるごとく近赤外光71が毛髪72に遮られることなく頭皮41に照射される状態が作り出される。

【0053】

図9に示すように、毛髪72に遮られることなく頭部1Aの表面に直接に照射された近赤外光71は表層に侵入しその中で散乱される。図9中、番号81で示される領域は近赤外光71が頭部1Aの表層で拡散している領域である。散乱した近赤外光は矢印82、83で示されるように頭皮41から外に出て、さらに集光レンズ84を介して受光部24の受光端面に入射される。散乱領域81およびその周辺を含む脳組織領域が頭部1Aにおける前述の測定部位61になる。

【0054】

次に、前述した光計測装置10の計測動作の全体を説明する。光計測装置10の計測動作は前述した光計測制御部30による制御動作に基づいて制御される。この計測動作の制御は、光計測制御部30のメモリに記憶された計測プログラムによって実行される。図10は当該計測プログラムによって実行される計測制御の内容を示すフローチャートである。

【0055】

光計測装置10による計測を開始する前に、被験者1の頭部1Aにヘルメット20が被せられる。この状態が図1に示された状態である。ヘルメット20が頭部1Aに被せられて被験者1に装着された時、ヘルメット20の内側部の計測ユニット60では光照射部19と受光部24が頭皮41に非接触の状態で配置される。

【0056】

次の段階では、図10のステップS11においてレンズの接近が行われる。このレンズ接近の処理では、各光照射部19で、その測距装置51による距離測定で得られる距離データに基づいてモータ46を動作させ、光ファイバ18の先端面の位置（集光レンズ49の位置）を、焦点合せの条件が満たされる否かを判定しながら（ステップS12）、接近動作させる。判定ステップS12で、焦点合せ条件を満たす所定距離になったと判断された場合には、レンズ接近を中止し、ステップS13に移行する。

【0057】

ステップS13では、光照射機構制御装置16の制御動作に基づいて光源17等の光照射動作が駆動され、光照射部19から近赤外光が出射され、頭部1Aの

所定の計測部位に近赤外光が照射される。近赤外光を照射する時、4つのピエゾ素子50は適宜に伸縮動作を行うように制御され、焦点合せされた状態で照射された近赤外光71は揺動し所定範囲を走査する。

【0058】

頭部1Aの所定の計測部位に近赤外光が照射されると、当該頭部の計測部位における脳組織で血流量の分布状態に応じて散乱光83の反射作用が生じ、受光部24の受光面で散乱光83が入射される。この状態で計測が開始され（ステップS14）、さらに計測が継続される（ステップS15）。判断ステップS16で、計測終了条件を満たさない限り、計測が継続される（ステップS15）。計測終了条件は、計測操作者の停止指示または所定量のデータ取得が条件である。計測終了条件が満たされた時に、計測が終了する。

【0059】

受光部24を含む光検出機構12で検出された、脳組織を透過してきた散乱反射光は演算処理部13で分析処理される。この分析処理では、メモリ13bに記憶された信号処理プログラムが実行される。この信号処理プログラムは、集光レンズ49の首振り動作、すなわち近赤外光71の走査動作74に同期させて信号処理を行い、毛髪72に遮られることなく照射された近赤外光に基づいて散乱した反射光に基づく信号を利用して分析を行う。この反射光の分析によって、血流の分布状態に関する情報に基づいて脳組織の活性化状態に係る情報を取得する。計測部位の脳組織の活性化状態は表示部14に表示される。

【0060】

なお、大脳内での脳組織の活性化状態に関し、活性化部位は当該脳組織の血管における血液量が増加するという特性を有しているので、この特性を利用し、血液量の分布に関する情報を得ることにより、大脳内のどの部位が活性化されているかを知ることができる。75～2.5 μ mの波長を有する近赤外光は、生体に対する透過率が高く、頭皮や頭蓋骨を透過して大脳皮質内に達する。また血液中のヘモグロビンは、酸化型と還元型とでは、近赤外光の吸収率が異なるので、頭部に照射された近赤外光の散乱反射光を解析することで、大脳皮質内の血液量や2つの型のヘモグロビンの分布状況を把握できる。従って、上記光計測装置によ

って近赤外光を頭部に照射し、その散乱反射光を解析することで、脳の活性化状態や機能を調べることができる。

【0061】

上記の実施形態の光計測装置10によれば、ヘルメット20を被るだけで計測ユニットを装着できるので、計測の準備作業が軽減でき、手間や時間を削減できる。計測ユニットに設けられる光照射部等のプローブ先端を被験者の頭部等に密着させる必要がないので、被験者の負担を軽減することができる。被験者の頭部等に計測ユニットをセットするとき、ヘルメットで位置関係を固定できるので、光照射部や受光部の光ファイバの先端の不要な動きが防止され、正確な計測結果を得ることができる。

【0062】

さらに上記の実施形態によれば、計測部位に照射される近赤外光を走査させるように構成したため、計測部位の走査範囲を広くすることにより広い領域の情報を得ることができる。さらに走査を行うことで直接に計測部位に近赤外光を照射するようにしたため、照射される近赤外光のパワーを低減できるという利点を有する。

【0063】

次に、図11を参照して光照射部19の他の実施形態を説明する。図11において、図3で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付し、同一部分に関する詳細な説明を省略し、相違する部分について説明する。

【0064】

この実施形態では、光照射部19におけるヘルメット20の殻壁部20aの内面で内側のガイド43の周囲に筒部91を固定し、この筒部91の先部の開口部91aに、例えば4つのピエゾ素子92を用いて、リングガイド部材93を介して光ファイバガイドカバー44を支える構造を設けている。光ファイバガイドカバー44は、前述した通り、殻壁部20aの孔42、内外の2つのリング状ガイド43の中央孔を挿通させて配置されている。これらの孔の各々と光ファイバガイドカバー44の外表面との間には所要の隙間が形成され、光ファイバガイドカバー44がその径方向に揺動できるような構造を有している。下側位置で筒部91

と光ファイバガイドカバー 44 との間に設けられた複数のピエゾ素子 92 の各々は、図 11 中、適宜に電圧を印加されることにより水平方向に伸縮動作を行うように設けられている。例えば、図 11 に示された左右の 2 つのピエゾ素子 92 は、一方が伸びれば、他方が縮むようにそれらの伸縮動作が制御される。この動作制御によって、図 11 中、光ファイバガイドカバー 44 は左右方向の揺動が可能である。同様に、図示しない紙面前後に配置された 2 つのピエゾ素子 92 の伸縮動作制御によって、光ファイバカバー 44 は紙面前後方向の揺動が可能である。これらの左右、前後方向の動作制御を合成することにより、光ファイバカバー 44 の先端の集光レンズ 49 を任意の方向に向けることができる。なお光ファイバガイドカバー 44 は、ピエゾ素子 92 の制御による集光レンズの首振り動作が可能ないように適当な柔軟性を有している。

【0065】

集光レンズ 49 は、この実施形態では、光ファイバガイドカバー 44 の先端面（図 11 中、下端面）に固定されており、集光レンズ 49 自体が首振り動作することはない。

【0066】

さらに筒部 91 の先端面の縁部に測距装置 51 が固定されている。この実施形態の構成によれば、光照射部 19 において測距装置 51 は、頭皮 41 により近づけて配置されることになる。

【0067】

本実施形態による光照射部 19 の構造によれば、光ファイバ 18 の先端面から出射される近赤外光を走査させるとき、光ファイバガイドカバー 44 それ自体を揺動させることにより、光ファイバ 18 の先端面から出射される近赤外光の走査を行うようにしている。

【0068】

図 12 はヘルメット 20 の変形実施形態を示す。図 12 において図 2 で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付し、説明を省略する。この実施形態によるヘルメット 20 によれば、内側ライナ 33 の内面に複数の突起 94 を設けている。その他の構成は、図 2 で説明した構成と同じである。この構造を有

するヘルメット 20 によれば、突起 94 の存在によって、計測ユニットの光照射部 19 の先端部および受光部 24 の先端部が、頭部 1A の頭皮に直接に接触するのを確実に防止することができる。

【0069】

前述の実施形態による光計測装置 10 では、被験者 1 の頭部 1A を計測する例を説明したが、被験者 1 の他の部分であっても、当該部分に対応するカバー部材を用意することにより、ヘルメット 20 と同様に、簡易な計測作業を行うことが可能である。また受光部で受ける光は、散乱反射光ではなく、透過した散乱光であってもよい。

【0070】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように本発明によれば、次の効果を奏する。

【0071】

本発明による光計測装置によれば、計測ユニットを備えたヘルメット等のカバー部材を設けるようにしたため、当該カバー部材を被検体に被せるだけで計測ユニットを装着し計測を開始できるので、計測の準備作業が軽減でき、手間や時間を削減できる。また計測ユニットに設けられる光照射部等のプローブ先端を被験者の頭部等に密着させる必要がないので、被験者の負担を軽減することができる。被験者の頭部等に計測ユニットをセットするとき、カバー部材で位置関係を動かないように固定できるので、光照射部や受光部の光ファイバの先端の不要な動きが防止され、正確な計測結果を得ることができる。

【0072】

さらに本発明によれば、計測部位に照射される近赤外光を走査させるように構成したため、毛髪の影響を排除できる計測状況を作ることができ、これにより正確な計測を行うことができる、加えて、計測部位の走査範囲を広くすることにより広い領域の情報を得ることができる。さらに走査を行うことで直接に計測部位に近赤外光を照射するようにしたため、照射される近赤外光のパワーを低減することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光計測装置の代表的実施形態の全体構成および使用状態を示す図である。

【図 2】

ヘルメットの構造を示す垂直断面図である。

【図 3】

ヘルメットに取り付けられる光照射部の縦断面図である。

【図 4】

光照射部における集光レンズの取付け部の平面図である。

【図 5】

光照射機構制御装置の内部構成を示すブロック図である。

【図 6】

ヘルメットに装備される計測ユニットの一例を示す配置説明図である。

【図 7】

1つの光照射部の周囲における受光部との関係と測定部位を示す図である。

【図 8】

光照射部から照射される近赤外光の走査動作を説明する図である。

【図 9】

測定部位に照射された近赤外光の散乱反射状態を説明する図である。

【図 10】

光計測装置による計測動作を示すフローチャートである。

【図 11】

光照射部の他の実施形態を示す縦断面図である。

【図 12】

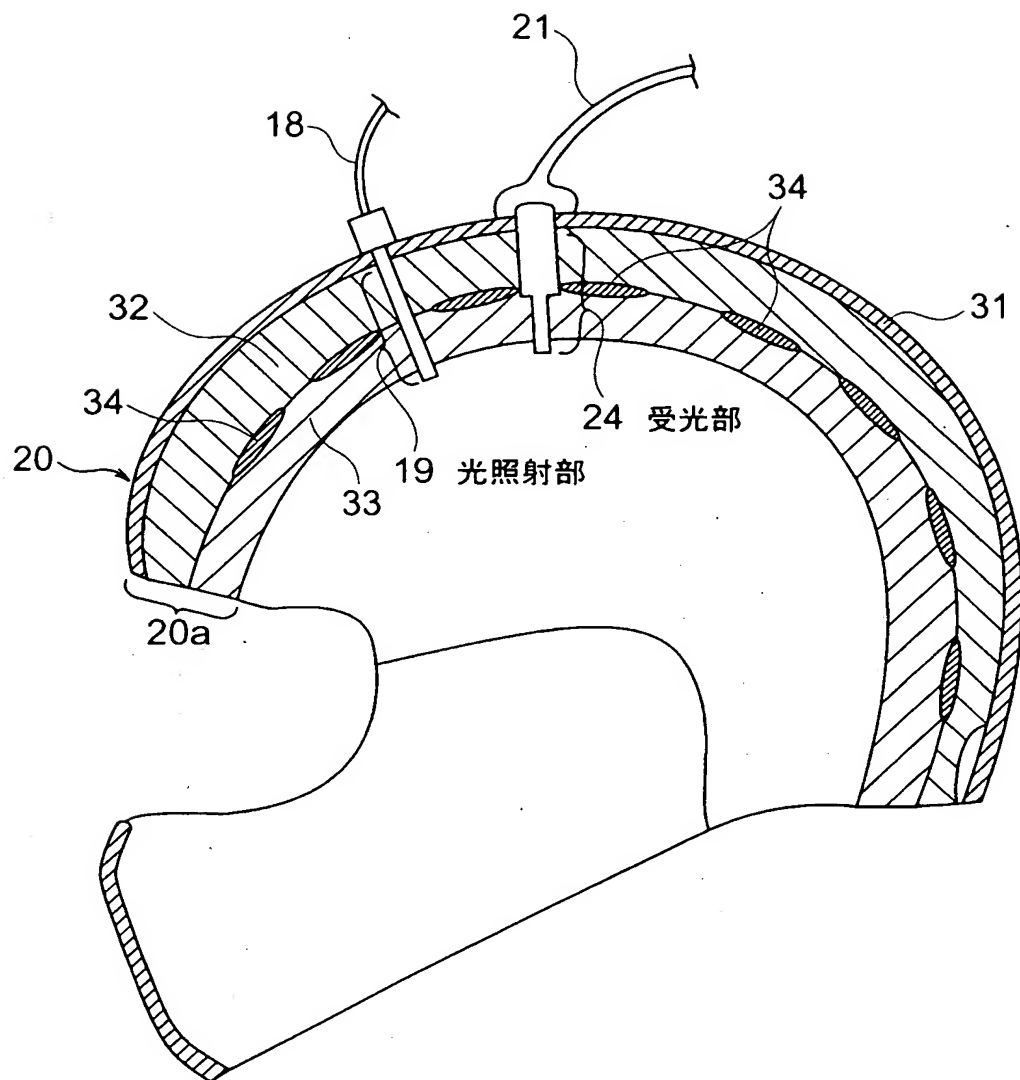
ヘルメットの他の実施形態を示す縦断面図である。

【符号の説明】

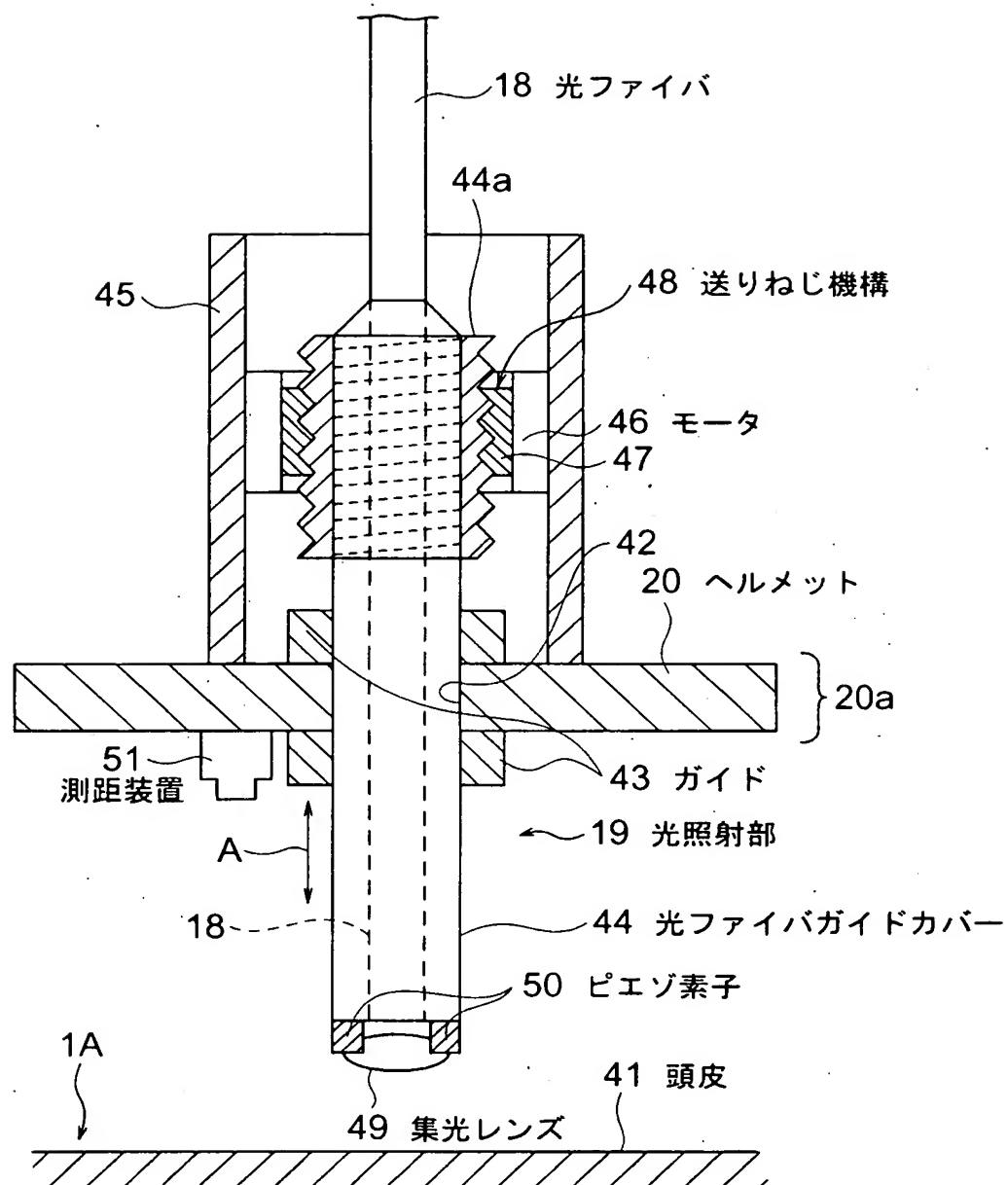
1	被験者
1 A	頭部
1 0	光計測装置

- 1 1 照射機構
- 1 2 検出機構
- 1 3 演算処理部
- 1 4 表示部
- 1 5 操作部
- 1 6 照射機構制御装置
- 1 7 光源
- 1 8 光ファイバ
- 1 9 照射部
 - 2 0 ヘルメット
 - 2 0 a 殻壁部
 - 2 1 光ファイバ
 - 2 4 受光部
 - 3 0 計測制御部
 - 4 6 モータ
 - 4 9 集光レンズ
- 5 0 ピエゾ素子
 - 5 1 測距装置
 - 6 0 計測ユニット
 - 6 1 計測部位

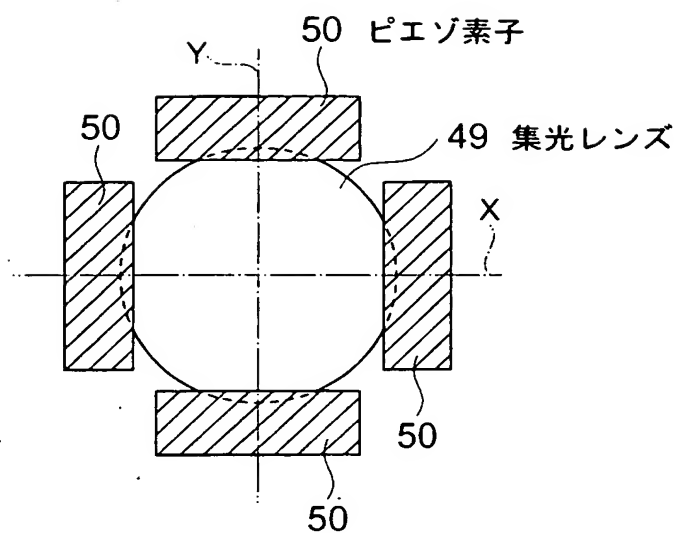
【図 2】



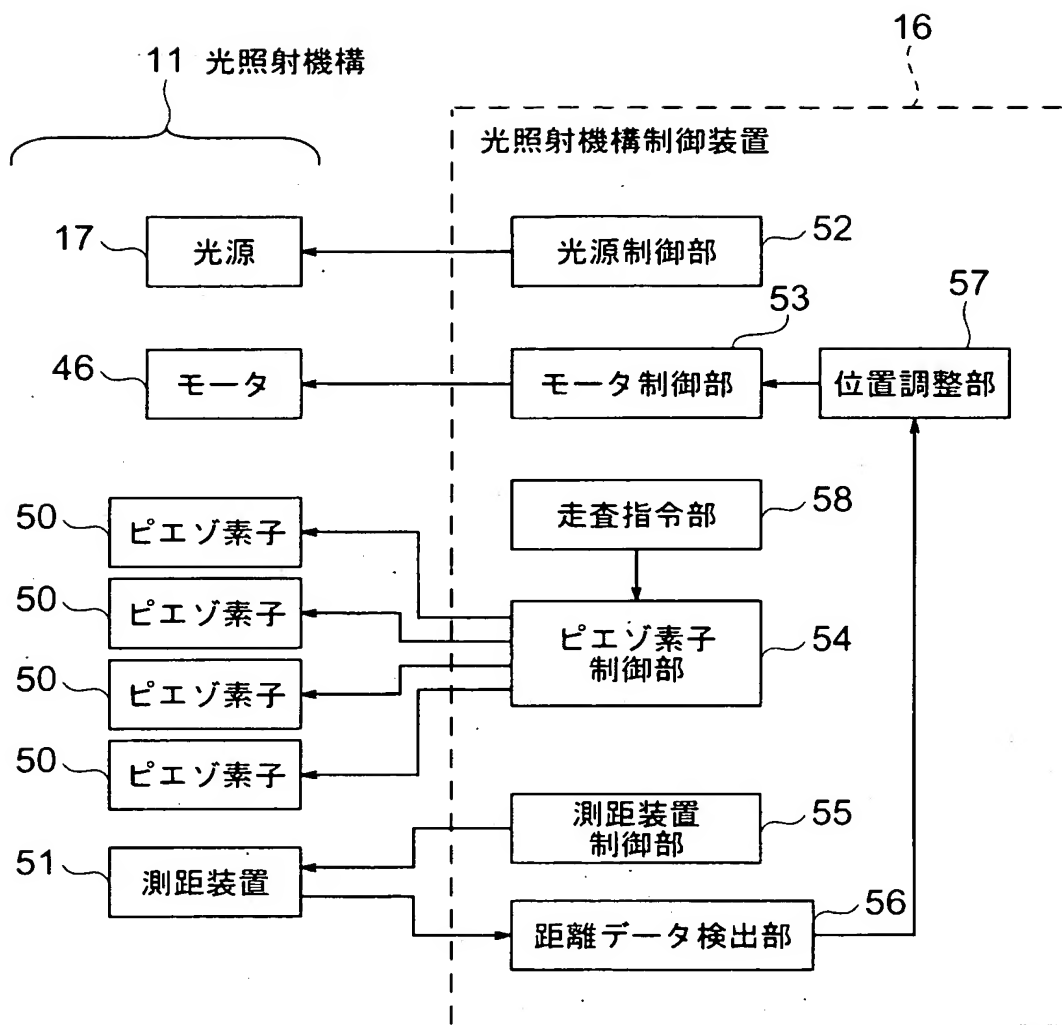
【図 3】



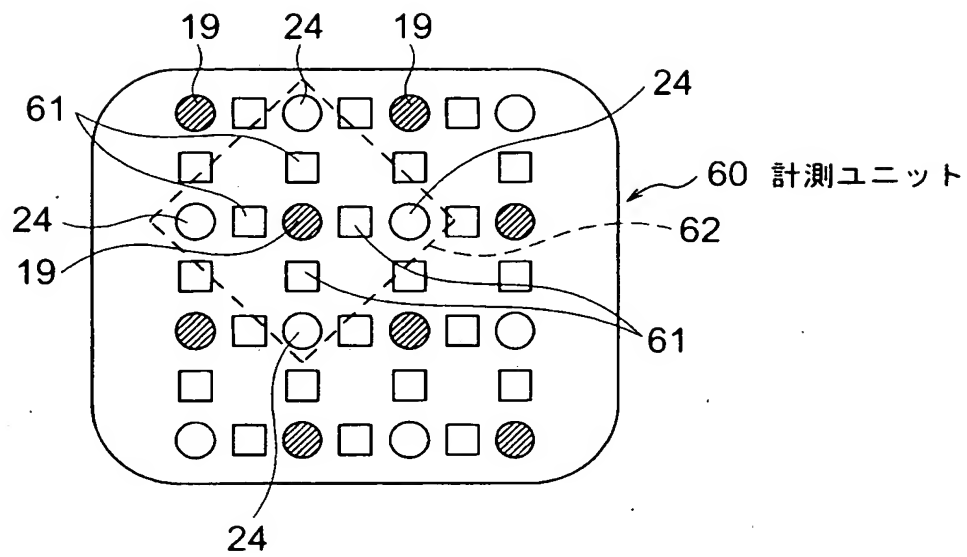
【図 4】



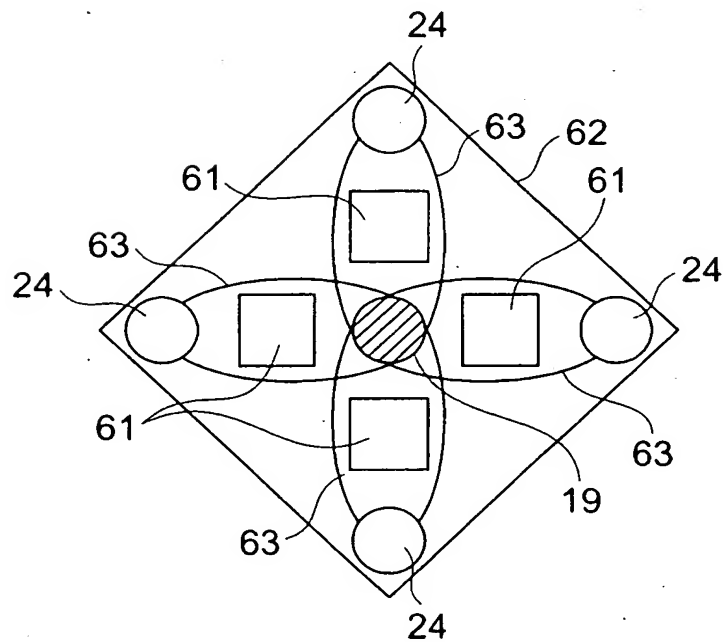
【図 5】



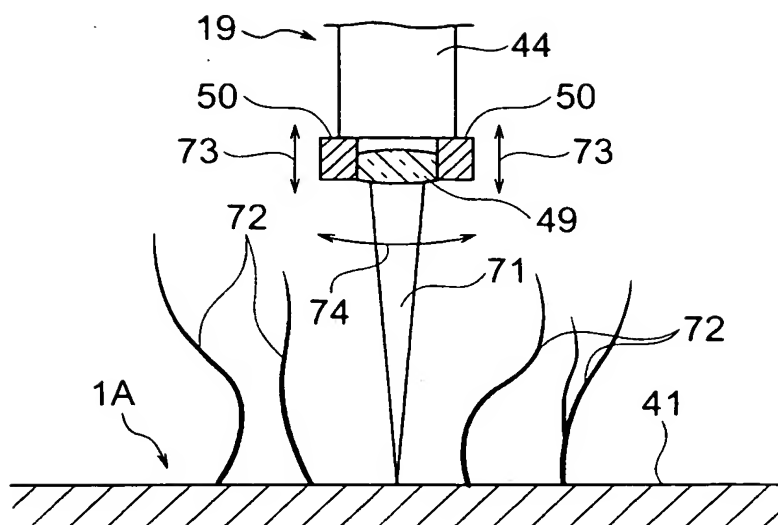
【図 6】



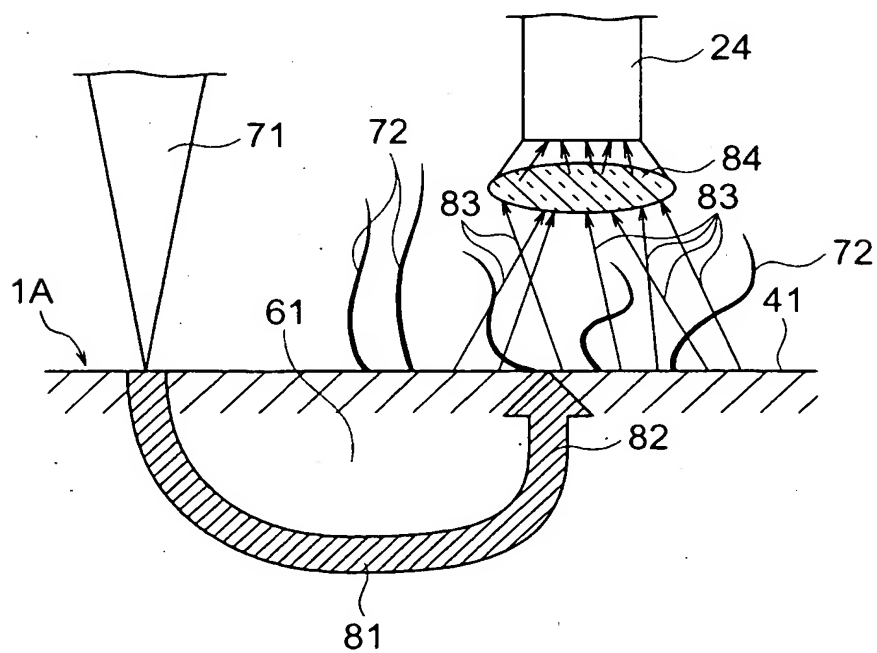
【図 7】



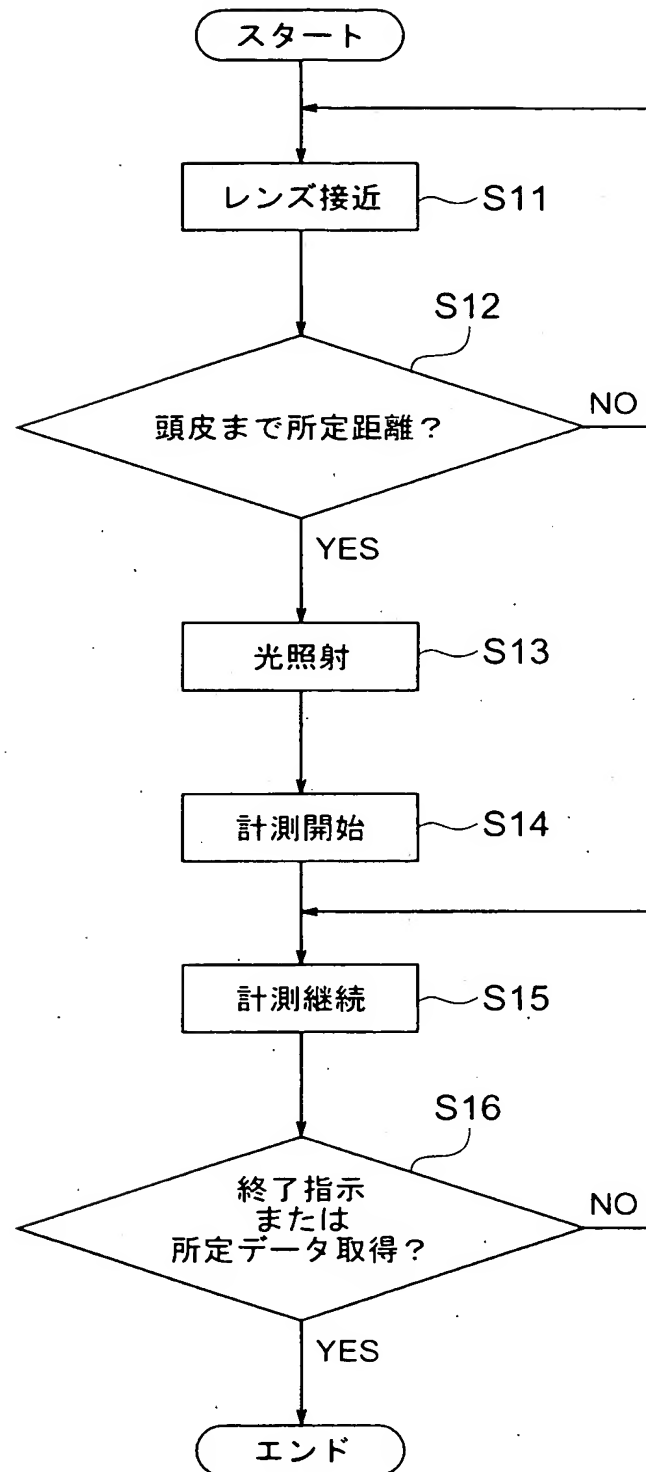
【図 8】



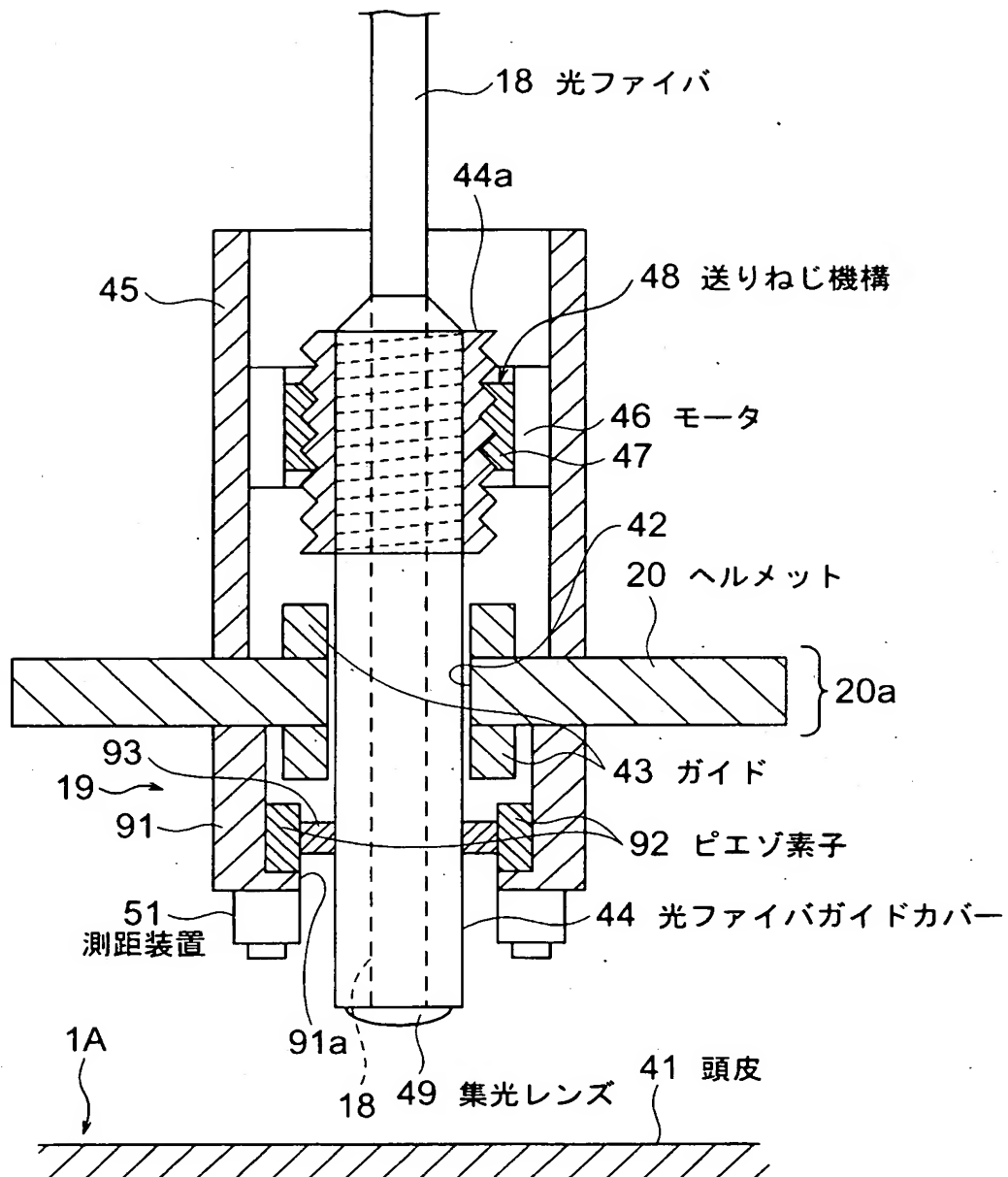
【図 9】



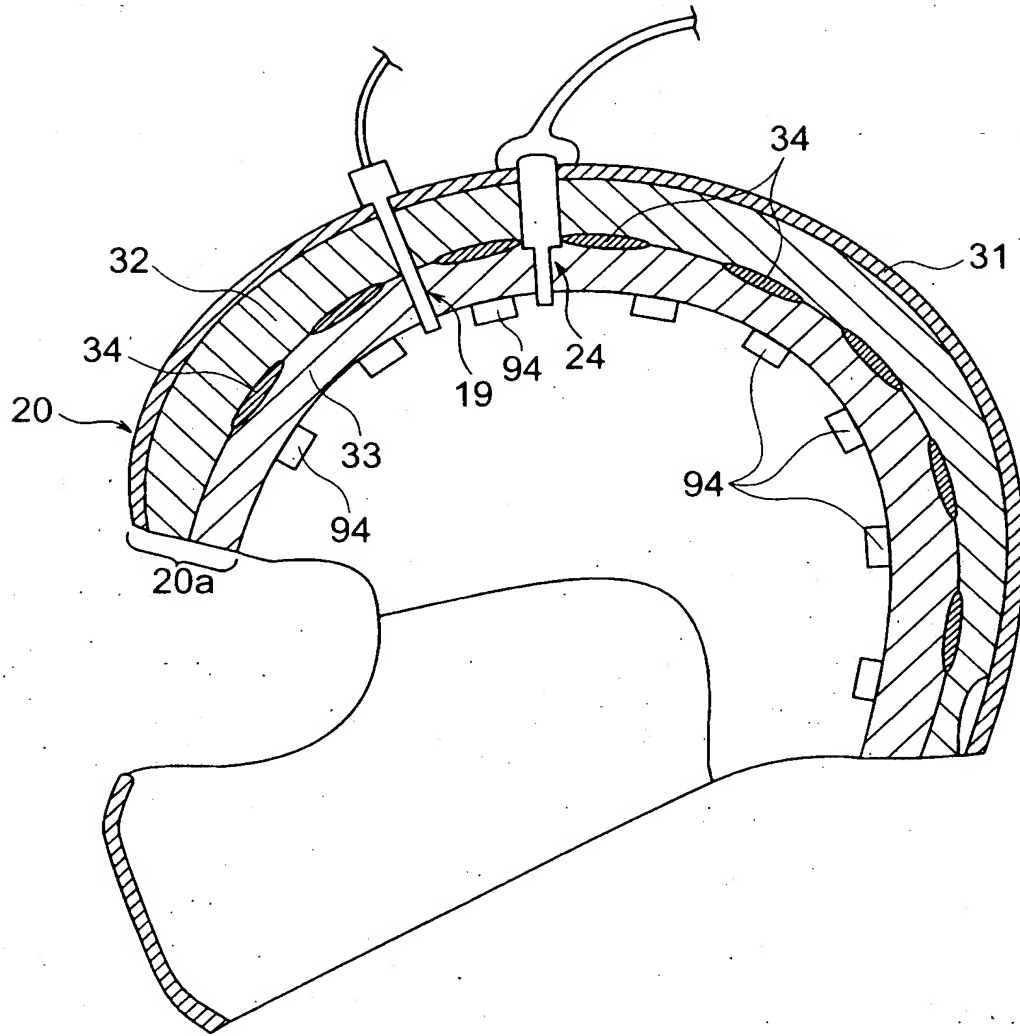
【図10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被験者の計測部分に容易にかつ確実に取付けて固定でき、頭皮表面に複数の光ファイバの先端部を密着させることなく保持でき、計測中に近赤外光の入射位置等のずれ動作を生じさせない光計測装置を提供する。

【解決手段】 光計測装置 10 は、近赤外光 71 を頭部 1A の計測部位に照射し、当該計測部位から到来光を受光し、到来光に係るデータの解析に基づき対応する部位の血液量に係る情報を取り出す構成を有する。この光計測装置は、被検体に装着されるヘルメット 20 に設けられ、かつ、近赤外光を上記計測部位に照射する少なくとも 1 つの光照射部 19 と到来光を受ける少なくとも 1 つの受光部 24 とを有し、かつ、ヘルメットを頭部 1A に装着した時、光照射部および受光部が被検体の計測部位に接触しない状態で配置される計測ユニットを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 4 1 5 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社